

PENGARUH LINGKUNGAN KOMPOSIT SERAT SABUT KELAPA UNTUK APLIKASI BALING-BALING KINCIR ANGIN

Bakri, Sri Chandrabakty,¹⁾ Risky Alfriansyah dan Mohammad Tahir
Jurusan Teknik Mesin Universitas Tadulako
E-mail: bakri_bkr@yahoo.com

Abstract: Environmetal Effect of Tensile, Modulus and Shear Strength of Coir Fibre Composite. The aim of this research is to know the environmetal effect of tensile, modulus and shear strength of coir fibre composite. In this research, coir is used as reinforcement and matrix uses epoxy resin. Coir is soaked in water with 5% NaOH during 24 hours. Composite is moulded with 17 % fibre volume fraction and 83% matrix volume fraction. Then, the tensile specimen used ASTM D638-02 and shear specimen used ASTM D5379 standard. Universal Testing Machine is used to test of these spesimens. The specimens of tensile and shear include without and with treatment to environmental influence during 10, 20, and 30 days. The result shows that tensile strength, modulus and shear strength of specimen treatment during 10, 20, 30 days are not significantly decreased from specimen without treatment. This result can be used as recommadation for material of wind blade for the future.

Keywords: composites, coir fiber, shear strength, tensile strength

Abstrak: Pengaruh Lingkungan Komposit Serat Sabut Kelapa Untuk Aplikasi Baling-Baling Kincir Angin. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh kondisi lingkungan terhadap kekuatan tarik, modulus elastic dan geser komposit serat sabut kelapa. Dalam penelitian ini, serat sabut kelapa digunakan sebagai penguat komposit dan resin epoksi sebagai matrik. Serat sabut kelapa yang digunakan direndam dengan air dengan campuran NaOH 5% selama 24 jam. Sampel uji dibuat dengan perbandingan fraksi volume serat 17% dan resin epoxy 83% dan sesuai dengan standar ASTM D638-02 untuk uji tarik dan standar ASTM D5379 untuk uji geser. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *Universal Testing Machine*. Sampel komposit yang diuji tarik dan geser meliputi tanpa perlakuan, perlakuan dengan pemaparan kondisi cuaca selama 10 hari, 20 hari dan 30 hari (sampel dibiarkan diruang terbuka). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sampel uji yang telah mengalami perlakuan pada kondisi cuaca selama 10 hari, 20 hari dan 30 hari tidak mengalami penurunan nilai kekuatan tarik, modulus dan kekuatan geser yang signifikan terhadap sampel uji tanpa perlakuan. Dari hasil ini di harapkan dapat menjadi dasar dalam pemilihan bahan dalam pembuatan baling-baling kincir angin.

Kata kunci: komposit, serat sabut kelapa, kuat geser, kuat tarik.

PENDAHULUAN

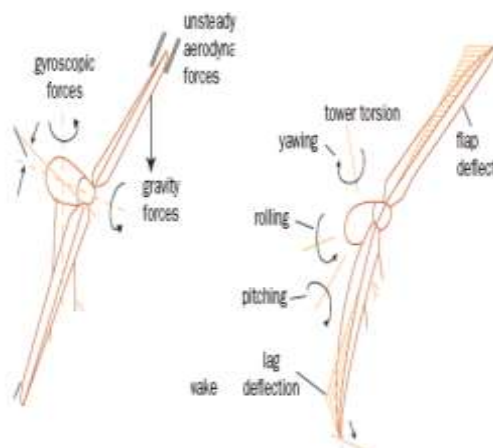
Komposit yang berpenguat serat alam telah berkembang dan mulai menggeser penggunaan serat sintetik karena serat alam mempunyai kekuatan dan modulus spesifik yang tinggi, lebih rendah densitas, melimpah di banyak negara, emisi polusi yang lebih rendah dan dapat di daur ulang jika dibanding dengan sifat serat sintetik (Joshi et al., 2004; Li dkk, 2008; Harisha dkk, 2009; Mukhopadhyay dkk, 2009). Berdasarkan hal ini, serat sabut kelapa merupakan salah satu jenis serat alam yang memiliki potensi sebagai penguat komposit di

Sulawesi Tengah karena serat ini melimpah dan belum dimanfaatkan dengan baik.

Karakteristik serat sabut kelapa telah diteliti oleh beberapa peneliti yaitu Kulkarni dkk (1981), Bakri (2010) dan Bakri dan Eichhorn (2010). Namun, untuk penggunaan dalam komposit material belum banyak digunakan. Potensi serat sabut kelapa memiliki beberapa peluang yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan alternatif baling-baling kincir angin untuk energi angin (Bakri dkk, 2013). Dalam penelitian ini, serat sabut kelapa digunakan sebagai penguat komposit yang memiliki potensi aplikasi untuk baling-

baling kincir angin yang dapat menggantikan bahan kayu, serat gelas dan serat karbon. Baling-baling akan menahan berbagai macam beban termasuk beban tarik, tekan, hentakan (impak) maupun puntiran, semua

disebabkan oleh gerakan pusat dan variasi beban angin. Ilustrasi yang menunjukkan beban-beban yang di tanggung oleh bilah baling-baling dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Beban yang di alami oleh *propeller* (Hogg, 2010)

Berdasarkan hal tersebut maka dalam tulisan ini difokuskan kajian kekuatan tarik dan kekuatan geser komposit serat sabut kelapa yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan.

Penggunaan serat alam sebagai penguat komposit memerlukan perlakuan serat untuk memperbaiki kualitas ikatan antara serat dan matrik. Komposit HDPE/serat *henequen* dengan variasi perlakuan permukaan menunjukkan bahwa efek daerah permukaan serat kontak dengan matrik mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap kekuatan geser. Penggunaan *silane* dan *alkaline* dalam perlakuan permukaan serat meningkatkan kekuatan geser komposit yaitu sekitar 19 MPa (Herrera-Franco dan Valadez-González, 2005). Lebih lanjut, sifat mekanis yang dimiliki oleh komposit serat sisal yang diperlakukan permukaannya lebih baik ikatannya dengan matrik dibanding dengan serat sisal yang tidak diperlakukan yang ditunjukkan dengan SEM (Li dkk, 2011) Wanmbua dkk (2003) menunjukkan bahwa serat sabut kelapa sebagai penguat polipropilen mempunyai kekuatan impact

yang lebih tinggi dibanding dengan serat jute dan kenaf sebagai penguat polipropilen, namun kekuatan tarik dan modulusnya lebih rendah. Kemudian, hasil pengujian kekuatan tarik dan impact komposit hibrid poliester yang diperkuat *Agave cantala* dan TGFR L-4400 (*Taiwan Glass Fibre Roving Laminating-4400*) dengan 0,5 serat fraksi volume yang dilakukan oleh Mulyadi dkk (2004) menunjukkan bahwa kekuatan tarik adalah 412 MPa sedang kekuatan impact adalah 307 kJ/m². Harisha dkk (2009) telah meneliti kekuatan tarik, tekan dan impact serat sabut kelapa sebagai penguat komposit dengan matrik resin epoksi menunjukkan bahwa kekuatan tarik, lentur dan impact secara berturut-turut adalah 17,86 MPa, 31,08 MPa dan 11,49 kJ/m².

Sehubungan dengan pengaruh lingkungan, komposit *phenol formaldehyde* yang diperkuat serat pisang dengan perlakuan silane, NaOH dan *acetylation* pada serat telah memperbaiki ketahanan komposit serat pisang/*phenol formaldehyde* yang disimpan di luar ruangan dan di tanah (Joseph dkk, 2006).

Lebih lanjut, Umar dkk (2012) telah meneliti pengaruh lama paparan cuaca komposit serat kenaf terhadap kekuatan tarik dimana kekuatan tarik mengalami penurunan setelah dipapar di ruang terbuka. Kemudian, Bakri dkk (2014) meneliti hubungan kekuatan impak terhadap perlakuan komposit serat sabut kelapa dengan paparan di ruang terbuka.

METODE PENELITIAN

Bahan penguat komposit yang digunakan adalah serat sabut kelapa yang diekstrak dari sabut kelapa. Perlakuan serat dilakukan dengan menggunakan perendaman air yang dicampur 5% NaOH selama 24 jam (Gambar 2(a) dan 2(b)) sebelum dicetak.



(a)



(b)

Gambar 2. Serat sabut kelapa (a) sebelum (b) setelah direndam air dengan 5% NaOH

Bahan matriks komposit yang digunakan adalah jenis resin epoksi dan hardener

merk AVIAN seperti pada Gambar 3.



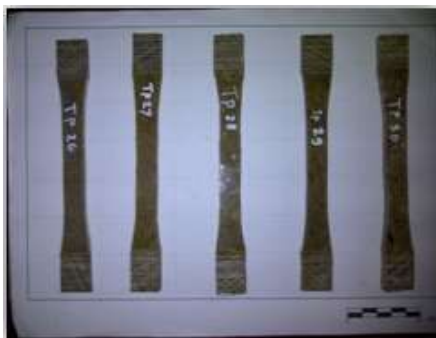
Gambar 3. Epoksi resin dan hardener

Komposit dibuat dalam cetakan dengan fraksi volume serat 17% dan 83% fraksi volume matrik pada ukuran cetakan 30cm x 30cm x 0,5cm (Gambar 4). Hasil cetakan

ini, kemudian dibuat sampel uji tarik Standar ASTM D638-02 (Gambar 5 (a)) dan uji geser Standar ASTM D5379 (Gambar 5 (b)).



Gambar 4. Hasil Cetakan



(a)



(b)

Gambar 5. Sampel uji (a) tarik (b) geser

Sampel komposit serat sabut kelapa dibagi atas dua jenis yaitu tanpa perlakuan dan dengan perlakuan terhadap kondisi lingkungan dengan meletakkan sampel di ruangan terbuka (dipapar) yang dipengaruhi oleh perubahan cuaca seperti hujan, panas matahari dan segala kondisi selama 10 hari, 20 hari dan 30 hari.

Pengujian tarik pada komposit dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik dan kekakuan (modulus elastis) pada komposit sebelum dan setelah perlakuan, sedang pengujian geser dilakukan untuk mengetahui kekuatan geser pada spesimen komposit sebelum dan setelah perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

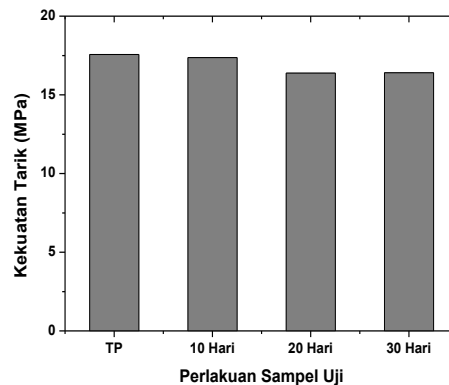
Serat sabut kelapa yang digunakan sebagai penguat komposit dilakukan perlakuan dengan perendaman campuran air dan 5% NaOH. Hasil pengujian kekuatan tarik ditunjukkan dalam Tabel 1 dan Gambar 6, terlihat bahwa kekutan tarik dari komposit

serat sabut kelapa tidak mengalami penurunan secara signifikan terhadap perlakuan sampel pada kondisi lingkungan. Pengaruh kondisi lingkungan yang berlangsung, material komposit belum memberikan efek yang begitu berarti. Hal ini disebabkan peranan matrik yang memberikan perlindungan terhadap serat.

Kekuatan tarik yang terjadi pada spesimen yang tidak mengalami perlakuan yaitu 17,56 MPa dan mengalami penurunan kekuatan tarik pada spesimen yang dibiarkan di ruang terbuka selama 10 hari, 20 hari dan 30 hari yaitu secara berturut-turut 17,37 MPa, 16, 38 MPa dan 16,40 MPa. Dari nilai kekuatan komposit ini untuk aplikasi kincir angin skala kecil masih layak digunakan bila dibandingkan dengan penggunaan kayu yang digunakan Retallack (2005). Namun untuk skala besar perlu serat sabut kelapa harus dihibrid dengan jenis serat sintetik atau serat alam yang memiliki kekuatan yang lebih besar.

Tabel 1. Kekuatan tarik komposit serat sabut kelapa yang dipengaruhi oleh kondisi cuaca

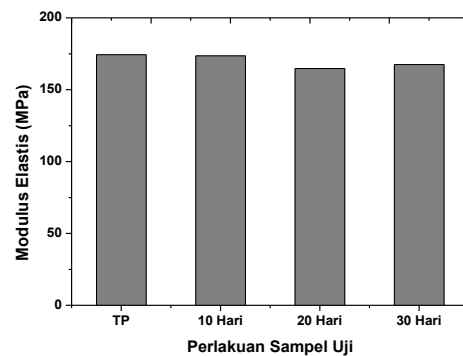
No	Jenis Perlakuan	Kuat Tarik (MPa)
1	Tanpa Perlakuan (TP)	17,56 ± 1,22
2	10 hari	17,37 ± 1,11
3	20 hari	16,38 ± 0,91
4	30 hari	16,40 ± 1,02



Gambar 6. Kekuatan tarik terhadap perlakuan spesimen uji

Dari Gambar 7 terlihat hubungan antara modulus elastis yang terjadi pada sampel uji yang mengalami perlakuan dan tanpa perlakuan komposit serat sabut kelapa. Modulus elastis sampel uji sebelum dilakukan perlakuan adalah 174,34 MPa (Tabel 2). Modulus elastis komposit mengalami penurunan setelah mengalami perlakuan. Walaupun terlihat penurunan yang belum signifikan. Modulus elastis terkait dengan kekakuan dari material tersebut. Dari modulus yang diperoleh masih sangat kecil apabila akan digunakan untuk aplikasi baling-baling kincir angin kecuali untuk baling-baling kincir angin skala kecil. Bila dibanding dengan bahan yang biasa digunakan untuk bahan-bahan baling-baling kincir angin seperti kayu (Retallack, 2005) dan komposit serat gelas dan serat karbon. Namun, dalam aplikasinya diperlukan penambahan jenis serat lain atau

dalam bentuk komposit hibrid untuk peningkatan modulusnya.



Gambar 7. Modulus elastis terhadap perlakuan spesimen uji

Tabel 2. Modulus elastis komposit serat sabut kelapa yang dipengaruhi oleh kondisi cuaca

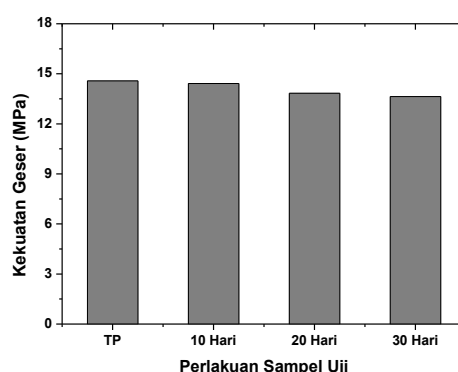
No	Jenis Perlakuan	Modulus (MPa)
1	Tanpa Perlakuan	174,34 ± 14,43
2	(TP)	173,53 ± 11,63
3	10 hari	164,69 ± 13,76
4	20 hari	167,44 ± 10,04
	30 hari	

Untuk pengujian kekuatan geser dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 8, terlihat bahwa kekuatan geser dari komposit serat sabut kelapa juga tidak mengalami penurunan secara signifikan terhadap perlakuan sampel dari sampel yang tidak mengalami perlakuan pada kondisi lingkungan. Kekuatan geser yang terjadi pada sampel yang tidak mengalami perlakuan yaitu 14,57 MPa dan mengalami penurunan sampai sampel yang

dibiarkan di ruang terbuka selama 30 hari yaitu 13,63 MPa. Kekuatan geser yang terjadi pada komposit serat kelapa juga lebih kecil dibanding dengan komposit serat gelas untuk aplikasi baling-baling kincir angin (Broughton dkk, 1990) tetapi lebih besar bila dibanding dengan kekuatan geser kayu (Retallack, 2005).

Tabel 3. Kekuatan geser komposit serat sabut kelapa yang dipengaruhi oleh kondisi cuaca

No	Jenis Perlakuan	Kuat Geser (MPa)
1	Tanpa Perlakuan (TP)	14,57 ± 0,24
2	10 hari	14,42 ± 0,31
3	20 hari	13,82 ± 0,31
4	30 hari	13,63 ± 0,85



Gambar 8. Kekuatan geser terhadap perlakuan spesimen uji

SIMPULAN

Kekuatan tarik, modulus elastis dan kekuatan geser komposit serat sabut kelapa tanpa perlakuan mengalami penurunan setelah dipapar di ruang terbuka (pengaruh cuaca) selama 10 hari, 20 hari dan 30 hari, namun penurunannya tidak signifikan dalam rentang waktu tersebut. Sehubungan dengan aplikasi untuk baling-baling kincir angin, kekuatan tarik, modulus elastis dan kekuatan geser relatif kecil sehingga memungkinkan untuk dipadukan dengan jenis serat alam lain dan serat sintetik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada DP2M Pendidikan

Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI atas dana penelitian Hibah Bersaing Tahun 2013, sehingga penelitian ini terlaksana.

DAFTAR RUJUKAN

- Bakri, 2010. Penentuan Sifat Mekanis Serat Sabut Kelapa. J. Mek. 1, 23–29.
- Bakri, B., Eichhorn, S.J., 2010. Elastic Coils: Deformation micromechanics on coir and celery fibres. Cellulose 17, 1–11. doi:10.1007/s10570-009-9373-2
- Bakri, Chandrabakty, S., Alfriansyah, R., Tahir, M., 2014. Pengaruh Lingkungan komposit serat sabut

- kelapa untuk aplikasi baling-baling kincir angin. *J. Mek.* 5.
- Bakri, Chandrabakty, S., Dahyar, A., 2013. Analisis Kondisi Lingkungan Komposit Serat Sabut Kelapa Terhadap Kekuatan Geser Untuk Aplikasi Baling-baling Kincir Angin. Presented at the Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XII (SNTTM XII), Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Broughton, W.R., Kumosa, M., Hull, D., 1990. Analysis of the Iosispecu shear test as applied to unidirectional carbon-fibre reinforced composites. *Compos. Sci. Technol.* 38, 299–325.
- Harisha, S., Michael, D.P., Bensely, A., Lal, D.M., Rajadurai, A., 2009. Mechanical property evaluation of natural fiber coir composite. *Mater. Characterisation* 60, 44–49. doi:10.1016/j.matchar.2008.07.001
- Herrera-Franco, P.J., Valadez-Gonza'lez, A., 2005. A study of mechanical properties of natural fibre reinforced composite. *Compos. Part B* 36, 597–608.
- Hogg, P., 2010. Wind Turbine Blade Materials, Supergen Wind Phase 1 Final Assembly. Univ. Loughb.
- Joseph, S., Oommen, Z., Thomas, S., 2006. Environmental Durability of Banana- Fiber-Reinforced Phenol Formadehyde Composite. *J. Appl. Polym. Sci.* 100, 2521–2531. doi:10.1002/app.23680
- Joshi, S.V., Mohanty, A.K., Arora, S., 2004. Are natural fiber composites environmentally superior to glass fiber reinforced composites? *Compos. Part B* 35, 371–376. doi:10.1016/j.compositesa.2003.09.016
- Kulkarni, A.G., Satyanaraya, K.G., Sukumaran, K., Rohatgi, P.K., 1981. Mechanical behaviour of coir under tensile load. *J. Matererials Sci.* 16, 905–914.
- Li, Y., Hu, Y., Hu, C., Yu, Y., 2008. Microstructures and mechanical properties of natural fibres. *Advananced Mater. Res.* 33-37, 553–558. doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.33-37.553
- Li, Z., Zhou, X., Pei, C., 2011. Effect of Sisal Fiber Surface Treatment on Properties of Sisal Fiber Reinforced Polylactide Composites. *Int. J. Polym. Sci.* 1–7. doi:10.1155/2011/803428
- Mukhopadhyay, S., Fanguero, R., Shivankar, V., 2009. Variability of tensile properties of fibers from pseudostem of banana plant. *Text. Res. J.* 79, 387–393. doi:10.1177/0040517508090479
- Retallack, D., 2005. Enggnereed Wood Wind Turbine Blades, Final Reports, Design Project – MECH 4020. Delhousie Univ.
- Umar, A., Zainudin, E., Sapuan, S., 2012. Effect of Accelarated Weathering on Tensile Properties of Kenaf Reinforced High-Density Polyethylene Composite. *J. Mech. Eng. Sci.* 2, 198–205.
- Wanmbua, P., Ivens, J., Verpoest, I., 2003. Natural fibres: can they replace glass in fibre reinforced plastic? *Compos. Sci. Technol.* 63, 1259–1264.